KIKUSUI

PV(太陽光電池)モジュールの絶縁試験に最適!!

DC出力電圧 10kV

DC耐電圧/絶縁抵抗試験器

TOS9213S NEW

標準価格:**￥700,000**(税込 ￥735,000)

■GPIB、RS-232C標準装備

TOS9213Sは、PVモジュール、ケーブル、コネクタ、ジャンクションボックスの評価に求められる高電圧・高感度な絶縁試験に対応できる試験器です。DC耐電圧・絶縁抵抗試験の2機能を搭載しており、当社ハイエンドモデルTOS9200シリーズの機能・性能を踏襲し、かつPVモジュール用に機能・性能を強化しています。特にDC耐電圧試験における電流計と判定の確度をTOS9200シリーズより大きく向上させ規格試験に対応しています。

- 10kV/5mA、最大出力50WのDC耐電圧試験
- −25V〜−1000V/0.01MΩ〜9.99GΩの絶縁抵抗試験
- IEC61730-2、IEC61215、IEC61646等に対応
- 高精度電流計測、1μA判定分解能
- 容量性負荷を考慮した100Vp-p(at 10kV)の低リップル出力
- PVモジュールにストレスを与えないなめらかな電圧立上り
- 抵抗値に加え電流値で判定できる絶縁抵抗試験
- 電圧復帰現象に対応、最大300秒強制放電タイマ機能

▲背面パネル

PVモジュールのテスト用に、高電圧出力と高感度電流測定を実現。

IEC61730-2　MST16対応

TOS9213Sは、太陽電池モジュールの安全性適合認定試験に向けて、出力の高電圧化と測定電流の高感度化を図った耐電圧・絶縁抵抗試験器。測定の再現性を重視し、出力の品位を高めるなど、目に見えにくい部分にもこだわった。

10kV DC耐電圧試験器

TOS9213S

PVモジュールの安全性適合

地球規模でECO意識が高まる中で、太陽光発電設備の需要が急だ。中核となる太陽電池モジュール(以下PVモジュール)では多数のメーカがしのぎを削っている。PVモジュールは、屋外に設置される電気機器として高い安全性が求められ、製品化に際しては公的な規格に基づく安全基準を満たす必要がある。PVモジュールの安全性適合認定試験はIEC61730およびその参照規格もしくはそれらの調和規格で規定されている。規格では感電危険試験、接近性試験、接地連続性試験ほか多くの試験が課されており、耐電圧試験や湿潤漏れ電流試験もそのひとつだ。両者の手順はMST16(耐電圧試験)および同17(湿潤漏れ電流試験)として規定されている。

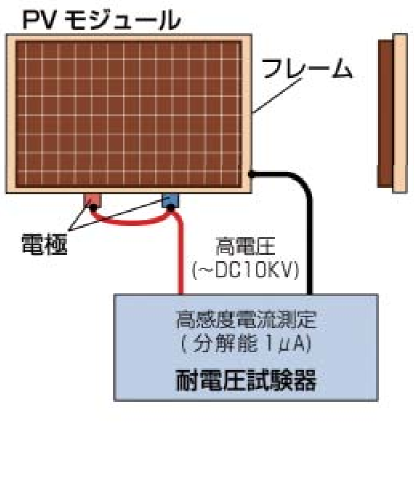


図1：測定の概要

10kV出力、1μA分解能

図1に、PVモジュールの耐電圧および漏れ電流試験の概要を示す。出力電極を一括し、フレームとの間で耐電圧を確認する。規定の電圧を与えて流れる電流の量を監視/測定するのは、一般の電気機器の耐電圧試験と同じである。だが、「PVモジュールの試験では6,000Vを超える高電圧出力と従来以上の高感度電流測定とが同時に求められます。従来の試験器は一般の電気機器を想定しているため、この要求に応えられません。(有井氏)」規格ではモジュールの出力電圧を4倍しさらに2,000Vを加えた直流電圧を印加して試験することが要求されている。これに対して最近のPVモジュールの出力電圧は、欧米では1,000Vクラス、日本でも600V以上のものが出てきた。この場合、試験電圧は4,400V～6,000Vが必要ということになる。メーカサイドではさらにマージンを見込んだ測定が必要になるため、「最低6kV、できれば10kVが要求されるようになった(有井氏)」という。そこでTOS9213S(以下 本器)は、出力電圧を最大10kVまで引き上げた。ちなみに同社従来品では6kVが最高だった。

いっぽうの、電流測定では規格試験での合否判定レベルが50μAと他の電気機器に比べ電流値が小さいことがネックになる。「従来の試験器はmAオーダの測定を想定しており、測定確度は例えば±(3%+20μ)程度です。PVモジュールの基準値である50μAに対しては、相対的に確度や分解能が不足することになりま

菊水電子工業
事業支援部門　SE課
有井 敏彦 氏

菊水電子工業
開発部門　計測課 主任
チーフエキスパート
奥脇 経三 氏

菊水電子工業
国際営業部門　営業課
橋本 アジラニー 幸直 氏

この冊子は「Green Device Magazine 2009年秋号」から抜粋したものです。禁無断転載　©日経BP社

す。そこで本器では電流測定の感度も引き上げました。(奥脇氏)」

その結果、本器では1μAの細かな測定分解能と±(3%+5μA)という高い測定確度を実現している。

低リップルの出力

最大10.0kV/5mA(DC)の出力を有する本器は、出力の細部にわたる品質には格段のこだわりを持って設計された。

耐圧試験器の使用に先立ち、波形をモニタして検討するといったことは希で、ユーザが出力の細部にわたる品質まで目にする機会は少ないのだが、「測定の再現性を確保すると同時に測定対象に対して意図しないストレスを与えないようにするためには出力が規格に忠実かつ高品位であることが重要(有井氏)」だからだ。

例えば出力に含まれるリップル成分は100Vp-p以下を保証、「実力は20Vp-pを下回る(奥脇氏)」程度にまで抑えられている(図2)。奥脇氏らはこれを実現するため、出力をスイッチング周波数を高めた並列共振方式の高電圧スイッチング電源にする回路を新開発している。

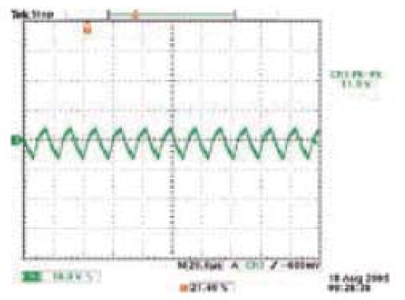


図2：出力電圧リップル
(10kV出力時　10V/div)

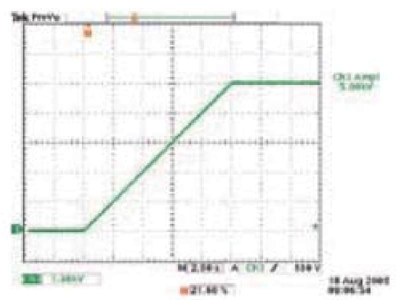


図3：出力上昇特性
(1kV/div)

直線性や安全にも配慮

本器は、試験電圧の電圧上昇時間を0.1 sから200 sまで、スタート電圧を試験電圧の0 %～99 %まで設定可能なライズタイムコントロール機能を持つ。加えて、出力上昇時の直線性など品位にも気を配った。例えば、ドット間をアナログ的に補間する回路を盛り込むなど細かな工夫を凝らし、段差や歪みのないリニアな電圧上昇を実現している(図3)。

本器は、耐電圧のほか絶縁抵抗の測定機能も備えている。GPIBおよびRS-232Cによる外部コントロールに対応し、また、本体内部に500ステップのプログラムを記憶でき、100通りの試験を連続実行可能だ。さらに、電圧監視とアラーム出力、外部装置と連動させて出力を遮断するインタロックなどの安全機能を備える。

DCディスチャージとタイマ

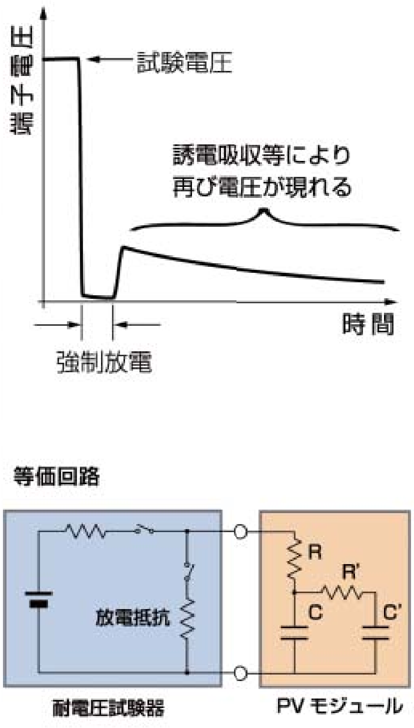
PVモジュールの電極とフレーム間はコンデンサを形成しているため、直流耐電圧試験の直後は試験電圧がコンデンサに充電されたままとなり、感電事故を起こす危険がある。これを回避するには測定後に電極とフレーム間を抵抗で短絡し放電させればよく、本器には放電抵抗で強制放電するDCディスチャージ機能がある。ところが、対象物によっては短絡後に端子を開放すると再び電圧が現れることがあり、安全なレベルに達するまでに必要な放電時間はモジュールの材料や形状などにより異なる(図4)。

メーカの生産ライン等では安全確保のために放電を必要とする一方で必要以上の放電はタクトタイムの無駄になるという問題を抱えている。そこで本器では放電タイマ機能を付加し、放電時間を任意に設定できるようにした。

世界を視野に柔軟な対応

「太陽光発電は、アメリカやヨーロッパでも普及が進んでおり、中国での生産も盛んです。パネルやモジュールメーカは国内外を問わずワールドワイドな視野で

図4：絶縁体(誘電体)の充放電と電圧の再起



例えばRC(放電抵抗を含む)の放電時定数が短絡(放電)時間に対して大きい場合は、Cに残った電圧が解放時にそのまま現れる。また、R'C'の時定数が大きい場合は、Cを放電しても、ゆっくりと上昇する電圧が端子間に再発生する。これは誘電吸収として知られる現象で、PVモジュールでも起こり得る。

生産や販売を進めており、キクスイもこれに合わせた対応を進めます。(橋本氏)」

同社では、モジュールメーカや設備企業のほか試験所などとも連携を深め、案件毎に細かく対応するサポートと運用体制を整えてゆく考えだ。

お問い合わせ先

KIKUSUI

菊水電子工業株式会社

事業支援部門　SE課

〒224-0023横浜市都筑区東山田1-1-3
TEL：045-593-7580　FAX：045-593-8672
E-mail：hanbai@kikusui.co.jp
URL：http://www.kikusui.co.jp/

仕 様　※文字色変更は、PV モジュールに対応するために性能を向上した部分を示しています。

■ DC 耐電圧試験モード

出力部（DC）		
出力電圧範囲		0.05V ～ 10.0kV
	分解能	10V
	設定確度	±（1.5% of setting ＋ 20V）
最大定格負荷 ※ 1		50W（10kV/5mA）
最大定格電流		5mA
リップル	10kV 無負荷時	100Vp-p Typ.
	最大定格負荷	100Vp-p Typ.
電圧変動率		1%以下［最大定格負荷→無負荷］
短絡電流		40mA Typ.
放電機能		試験終了時に強制放電（放電抵抗 500kΩ） 放電時間を 0.5 ～ 300 秒に設定可能 ※ 2
スタート電圧		試験開始時の電圧をスタート電圧として設定可能
	設定範囲	試験電圧の 0 ～ 99%
出力電圧監視機能		出力電圧が±（10% of setting ＋50V）を超えた場合、 出力を遮断して保護動作
電圧計		
アナログ	スケール	10kV DC F.S
	確度	± 5% F.S
	指示	平均値応答
デジタル	測定範囲	0.00 ～ 10.5kV DC
	分解能	10V
	確度	±（1.0% of reading ＋ 20V）
	応答	平均値応答（応答時間 200ms）
	ホールド機能	試験終了時の測定電圧値をPASS、FAIL期間中ホールド

※1: 出力に対する時間制限について
本器の耐電圧電圧発生部の放熱能力は、大きさ、重量、コストなどを考慮して定格出力の1/2の設計になっています。したがって次に示す制限内でご使用ください。この制限外で使用すると出力部の温度が過上昇して内部保護回路が働く場合があります。その場合はしばらく試験を中断して、正常温度に戻るまでお待ちください。

耐電圧試験の出力制限

周囲温度		上限基準値	休止時間	出力時間
t ≦ 40℃	DC	2.5mA ≦ i	出力時間と同等以上	最大 1 分
		i ＜ 2.5 m A	判定待ち時間（WAIT TIME）と同等以上	連続出力可能

［出力時間：電圧上昇時間＋試験時間］

※2: 放電時間を“0.0”に設定した場合、または設定時間が経過した後も出力端子間に約 30V を超える電圧が残っている場合、出力端子間電圧が約 30V 以下になるまで強制放電

電流計	
測定範囲	0.00 ～ 5.5mA DC
確度 ※ 3	0 μA～2.00mA：±（3% of reading ＋ 5 μA）
	2.01mA ～ 5.50mA：±（3% of reading ＋ 10 μA）
応答	平均値応答（応答時間 200ms）
ホールド機能	試験終了時の測定電流値を PASS 期間中ホールド

判定機能	
上限基準値（UPPER）設定範囲	1 μA～999 μA 1 μA STEP 1.00mA～5.50mA 0.01mA STEP
下限基準値（LOWER）設定範囲	1 μA～999 μA 1 μA STEP 1.00mA～5.50mA 0.01mA STEP（LOWER OFF機能あり）
判定確度 ※ 3	0 μ A ～ 2.00mA：±（3% of setting ＋ 5 μA） 2.01mA ～ 5.50mA：±（3% of setting ＋ 10 μA）
応答速度切替機能	UPPER FAIL 判定の電流検出応答速度を FAST/MID/SLOW の 3 段階に切替可能 ※ 4
時間	
電圧上昇時間（RISE TIME） 設定範囲	0.1s ～ 200s
試験時間（TEST TIME） 設定範囲	0.3s ～ 999s（TIMER OFF 機能あり）

※3: GND LOW/GUARD　設定が LOW においては湿度 70%rh まで。
※4: 応答を MID または SLOW に設定した場合は、UPPER　FAIL 検出よりも先に電圧監視機能が働き、プロテクション状態に移行する場合があります。

■ 絶縁抵抗試験モード

出力部		
出力電圧範囲		－ 25V ～ － 1000V
	分解能	1V
	設定確度	±（1.5% of setting ＋ 2V）
最大定格負荷		1W（－ 1000V/1mA）
最大定格電流		1mA
リップル	1kV 無負荷時	2Vp-p 以下
	最大定格負荷	10Vp-p 以下
電圧変動率		1%以下［最大定格負荷→無負荷］
短絡電流		12mA 以下
放電機能		試験終了時に強制放電（放電抵抗 25kΩ） 放電時間を 0.5 ～ 300 秒に設定可能 ※ 2
出力電圧監視機能		出力電圧が±（10% of setting ＋50V）を超えた場合、 出力を遮断して保護動作
電圧計		
アナログ	スケール	10kV DC F.S
	確度	± 5% F.S
	指示	平均値応答
デジタル	測定範囲	0 ～ － 1200V
	分解能	1V
	確度	±（1.0% of reading ＋ 1V）
抵抗計		
測定範囲	0.01MΩ～9.99GΩ［最大定格電流の1mAから50nAの範囲にて］	
確度		

50nA ≦ i ≦ 100nA	100nA < i ≦ 200nA	200nA < i ≦ 1 μ A	1 μ A < i ≦ 1mA
±（20% of reading.）	±（10% of reading.）	±（5% of reading.）	±（2% of reading.）

［i= 測定電流］

湿度 20%～ 70% rh（結露なきこと）、テストリードの揺れなど外乱のない事

判定機能		
電流判定機能		UPPER/LOWER判定を抵抗値による判定と電流値による判定とに切替可能。電流判定における判定方法、表示、ブザー、SIGNAL I/O動作は耐電圧試験時の動作に準ずる。
上限基準値（UPPER）設定範囲	抵抗値判定	0.01MΩ～9.99GΩ［ただし、最大定格電流以下の範囲にて］
	電流値判定	0.1 μA～1.00mA
下限基準値（LOWER）設定範囲	抵抗値判定	0.01MΩ～9.99GΩ［ただし、最大定格電流以下の範囲にて］
	電流値判定	0.1 μF～1.00mA
時間		
電圧上昇時間（RISE TIME） 設定範囲		0.1s ～ 200s
試験時間（TEST TIME） 設定範囲		0.5s ～ 999s（TIMER OFF 機能あり）

■ 一般仕様

電源	公称電圧範囲 （許容電圧範囲）	AC100V ～ 120V/200V ～ 240V　切換式 （AC85V ～ 132V/170V ～ 250V）
消費電力	無負荷時（READY）	100VA 以下
	定格負荷時	最大 200VA
許容周波数範囲		47Hz ～ 63Hz
絶縁抵抗		30M Ω以上（DC500V）（AC LINE －シャシ間）
耐電圧		AC1390V 2 秒間 20mA 以下（AC LINE －シャシ間）
接地連続性		AC25A/0.1 Ω以下
安全性		IEC61010-1 Class I Pollution degree2 に適合
仕様保証温度／湿度		5℃～ 35℃／ 20% ～ 80% rh（ただし、結露なきこと）
動作温度／湿度		0℃～ 40℃／ 20% ～ 80% rh（ただし、結露なきこと）
保存温度／湿度		－ 20℃～ 70℃／ 90% rh 以下（ただし、結露なきこと）
外形寸法（最大部）		430（455）W × 132（150）× 400（440）Dmm
質量		約 13kg
付属品		電源コード 1 本、高圧テストリード TL01-TOS（1.5m）1 組 インターロック用ジャンパー 1 本 「高電圧危険」シール 1 枚、電源ヒューズ 1 本 取扱説明書 1 冊

【ご注意】■仕様、デザインなどは改善等の理由により、予告なく変更する場合があります。■価格には消費税等が含まれておりません。別途申し受けます。■諸事情により名称や価格の変更、また生産中止となる場合があります。■ご注文、ご契約の際の不明点等については弊社営業までご確認ください。また、ご確認のない場合に生じた責任、責務については負いかねることがあります。あらかじめご了承ください。■カタログに記載されている会社名、ブランド名は商標または登録商標です。■カタログに記載されている弊社製品は、使用に当たっての十分な知識を持った監督者のもとでの使用を前提とした業務用機器・装置であり、一般家庭・消費者向けに設計、製造された製品ではありません。■印刷の都合上、カタログに記載されている写真と現品に色・質感等での差異がある場合があります。■このカタログの内容について正確な情報を記載する努力はしておりますが、万一誤植、誤記等などのお気付きの点がございましたら、弊社営業所までご一報ください。

キクスイ「お客様サポートダイアル」
045-593-8600
【受付時間】平日9～12／13～17:30

KIKUSUI 菊水電子工業株式会社

■本社・技術センター　〒 224-0023　横浜市都筑区東山田 1-1-3　大代表 TEL.（045）593-0200
■首都圏営業所（横浜）TEL.（045）593-7530　■東北営業所（仙台）TEL.（022）374-3441
■北関東営業所（さいたま）TEL.（048）865-5010　■東海営業所（名古屋）TEL.（052）774-8600
■関西営業所（大阪）TEL.（06）6933-3013　■九州出張所（福岡）TEL.（092）263-3680

● 2010 年 1 月発行● 2010013KNBP11